

2-W1473-02

METHOD FOR MANUFACTURING THIN FILM CRYSTAL WAFER HAVING pn JUNCTION

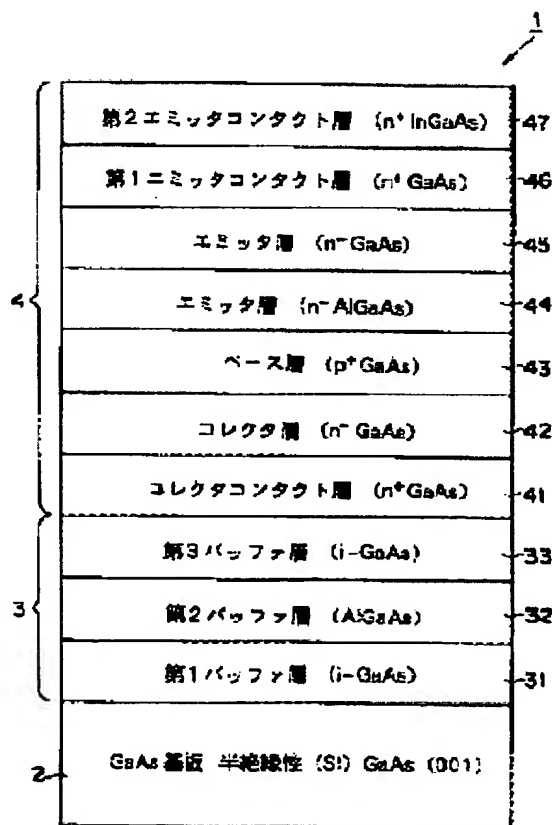
Patent number: JP2002280545
Publication date: 2002-09-27
Inventor: HIROYAMA YUICHI; FUKUHARA NOBORU; TAKADA TOMOYUKI
Applicant: SUMITOMO CHEM CO LTD
Classification:
 - international: H01L29/737; H01L21/331; H01L21/205; H01L29/205
 - european:
Application number: JP20010079788 20010321
Priority number(s):

Report a data error here

Abstract of JP2002280545

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve current amplification factor characteristics by providing a simple step additionally.

SOLUTION: In a method for manufacturing a thin film crystal wafer 1 having a pn junction for a heterojunction bipolar transistor by forming an HBT function layer 4 including a buffer layer 3, a collector layer 42, a base layer 43 and emitter layers 44 and 45 on a GaAs substrate 2 by semiconductor epitaxial growth, epitaxial growth is effected while supplying cleaning gas during at least a part of an interval after starting the epitaxial growth of the buffer layer 3 before starting the epitaxial growth of the base layer 43.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-280545

(P2002-280545A)

(43) 公開日 平成14年9月27日 (2002.9.27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト (参考)
H 0 1 L 29/737		H 0 1 L 21/205	5 F 0 0 3
21/331		29/205	5 F 0 4 5
21/205		29/72	H
29/205			

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-79788(P2001-79788)

(22) 出願日 平成13年3月21日 (2001.3.21)

(71) 出願人 000002093

住友化学工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 廣山 雄一

茨城県つくば市北原6番 住友化学工業株式会社内

(72) 発明者 福原 昇

茨城県つくば市北原6番 住友化学工業株式会社内

(74) 代理人 100077540

弁理士 高野 昌俊

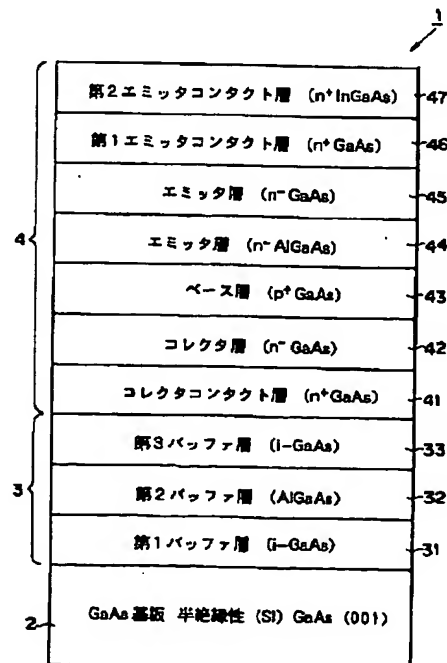
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 p n接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 電流増幅率特性を簡単な工程を付加するだけで改善できるようにすること。

【解決手段】 GaAs基板2上にバッファ層3、コレクタ層42、ベース層43及びエミッタ層44、45を含むHBT機能層4を半導体結晶成長により形成してヘテロ接合バイポーラトランジスタ用のp n接合を有する薄膜結晶ウェーハ1を製造する方法において、バッファ層3の結晶成長開始からベース層43の結晶成長開始前までの期間の少なくとも一部の期間においてクリーニングガスを流しながら結晶成長させるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上にバッファ層、コレクタ層、ベース層及びエミッタ層を化合物半導体結晶成長層として次々に積層してヘテロ接合バイポーラトランジスタ用のpn接合を有する薄膜結晶ウェーハを製造する方法において、

前記バッファ層の結晶成長開始から前記ベース層の結晶成長開始前までの期間の少なくとも一部の期間においてクリーニングガスを流しながら結晶成長を行うようにしたことを特徴とするpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法。

【請求項2】 前記バッファ層が、AlGaAs層、GaAs層、InGaP層及びInGaAs層のうちの少なくとも1つを含んで成っている請求項1記載のpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法。

【請求項3】 前記クリーニングガスがハロゲン元素を含むガスである請求項1記載のpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法。

【請求項4】 前記ハロゲン元素を含むガスがハロゲン化炭素を含むガスである請求項3記載のpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法。

【請求項5】 前記ハロゲン化炭素を含むガスがBrCl、ガスである請求項4記載のpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法。

【請求項6】 前記基板上に前記バッファ層を構成するi-GaAsバッファ層を結晶成長させた後、前記ベース層の形成を開始するまでの期間中の少なくとも一部の期間においてクリーニングガスを流しながら結晶成長を行う工程を含む請求項1記載のpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法。

【請求項7】 前記クリーニングガスを前記i-GaAs層の上にAlGaAsバッファ層を結晶成長させる期間中の少なくとも一部において流すようにした請求項6記載のpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法。

【請求項8】 前記クリーニングガスがハロゲン元素を含んでいる請求項7記載のpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法に関し、さらに詳細に述べると、ヘテロ接合バイポーラトランジスタの製造に好適なpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】マイクロ波帯以上の周波数領域で使用する半導体素子として、最近におけるMOCVD等の優れた結晶成長技術を用いて高性能のヘテロ接合バイポーラトランジスタ(HBT)が製造されている。HBTはエミッタ層にベース層よりもバンドギャップの大きい物質

を用いてエミッターベース接合をヘテロ接合とし、正孔がベース層からエミッタ層に流れ込むときのエネルギー障壁をホモ接合のバイポーラトランジスタにくらべて高くし、正孔のエミッタへの流入が抑えられるようにしてエミッタ注入効率を高めるように構成されたものである。

【0003】上述の如く構成されている従来のHBTの電流増幅機構は基本的には従来のホモ接合のバイポーラトランジスタと同一である。したがって、電流増幅率を改善するためにはベース領域で電子がホールと再結合する確率を小さくすることが必要であり、このため、従来にあっては、例えば、エミッタ層及びベース層に組成勾配をもつAlGaAsを用いて電子を加速するための電界が生じるようにしておき、ベース領域の電子の流れを従来型の電子の濃度勾配に起因する拡散による流れとAlGaAs結晶中に作りつけた電界による電子の走行による流れとの相乗効果で加速し、電子のベース領域での走行時間を短縮し、ベース領域で電子がホールと再結合する確率を小さくするようにした構成が公知である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、基本的には、ベース層の結晶性を向上させることがHBTの電流増幅率特性を改善する重要な要因となっている。すなわち、ベース層を形成する場合、再結合の中心となる不純物の混入をいかにして減少させるかがより良好な電流増幅率特性のHBTを得るために必要とされているのである。

【0005】本発明の目的は、HBTの電流増幅率特性を改善することができるHBTの製造に好適なpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、基板上に化合物半導体結晶層を次々に成長、積層してヘテロ接合を有するHBT用の薄膜結晶ウェーハを製造する方法において、基板上にバッファ層の結晶成長を開始してからベース層を結晶成長させる前までの期間の全部又は1部においてクリーニングガスを流しながら所要の結晶成長を行うようにしたものであり、これによりベース層の結晶性が改善される。

【0007】請求項1の発明によれば、基板上にバッファ層、コレクタ層、ベース層及びエミッタ層を化合物半導体結晶成長層として次々に積層してヘテロ接合バイポーラトランジスタ用のpn接合を有する薄膜結晶ウェーハを製造する方法において、前記バッファ層の結晶成長開始から前記ベース層の結晶成長開始前までの期間の少なくとも一部の期間においてクリーニングガスを流しながら結晶成長を行うようにしたことを特徴とするpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法が提案される。

【0008】請求項2の発明によれば、請求項1の発明

において、前記バッファ層が、AlGaAs層、GaAs層、InGaP層及びInGaAs層のうちの少なくとも1つを含んで成っているpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法が提案される。

【0009】請求項3の発明によれば、請求項1の発明において、前記クリーニングガスがハロゲン元素を含むガスであるpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法が提案される。

【0010】請求項4の発明によれば、請求項3の発明において、前記ハロゲン元素を含むガスがハロゲン化炭素を含むガスであるpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法が提案される。

【0011】請求項5の発明によれば、請求項4の発明において、前記ハロゲン化炭素を含むガスがBrCCl₃、ガスであるpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法が提案される。

【0012】請求項6の発明によれば、請求項1の発明において、前記基板上に前記バッファ層を構成するi-GaAsバッファ層を結晶成長させた後、前記ベース層の形成を開始するまでの期間中の少なくとも一部の期間においてクリーニングガスを流しながら結晶成長を行う工程を含むpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法が提案される。

【0013】請求項7の発明によれば、請求項6の発明において、前記クリーニングガスを前記i-GaAs層の上にAlGaAsバッファ層を結晶成長させる期間の少なくとも一部に流すようにしたpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法が提案される。

【0014】請求項8の発明によれば、請求項7の発明において、前記クリーニングガスがハロゲン元素を含んでいるpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの製造方法が提案される。

【0015】このように、クリーニングガスを流しながらバッファ層を結晶成長させることにより製造された薄膜結晶ウェーハを用いて製作されたHBTは、クリーニングガスを流さずに製造された従来の薄膜結晶ウェーハを用いて製作されたHBTの場合に比べて、電流増幅率特性を大きく改善することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態の一例につき詳細に説明する。

【0017】図1は、本発明の方法によって製造されたHBT用のpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの実施の形態の一例を模式的に示す断面図である。薄膜結晶ウェーハ1はHBTの製造に用いられるものであり、半絶縁性のGaAs化合物半導体結晶であるGaAs基板2上にMOCVD法を用いて複数の半導体薄膜結晶成長層を次々と積層させて構成されたものである。図1を参照して薄膜結晶ウェーハ1の製造方法の一実施形態について説明すると、GaAs基板2は(Si)GaAs(00

1)層から成り、GaAs基板2上に3層から成るバッファ層3を形成する。

【0018】本実施の形態では、バッファ層3は、i-GaAsから成る第1バッファ層31と、AlGaAsから成る第2バッファ層32と、i-GaAsから成る第3バッファ層33とから成っている。このバッファ層3は、先ず、半絶縁性のGaAs基板2上にGaAsをエピタキシャル成長させたノンドープの薄膜結晶層として第1バッファ層31を形成した後、クリーニングガスを流しながら第2バッファ層32を形成する。第2バッファ層32は第1バッファ層31上にAlGaAsをエピタキシャル成長させて成る薄膜結晶層であり、このエピタキシャル成長時にクリーニングガスが一定流量加えられる等により流されると、このとき、第2バッファ層32には結果的にクリーニングガス中に含まれる元素がドープされることになる。このようにして第2バッファ層32の形成が終了したならば、クリーニングガスの供給を停止し、クリーニングガスを除去した状態において、第2バッファ層32上に、GaAsを同じくエピタキシャル成長させたノンドープの薄膜結晶層として第3バッファ層33を形成する。

【0019】次に、バッファ層3の上に形成するHBT機能層4の形成について説明する。HBT機能層4は、第3バッファ層33の上に、コレクタコンタクト層41として働くn⁺GaAs層及びコレクタ層42として働くn⁻GaAs層を、順次半導体エピタキシャル成長結晶層として所定の厚さに形成する。そして、コレクタ層42の上にベース層43として働くp⁺GaAs層を同じく半導体エピタキシャル成長結晶層として形成する。ベース層43をエピタキシャル成長させる間、ドーパント原料であるBrCCl₃を一定流量(例えば5cc)加え、これによりベース層43に炭素をドープさせる。

【0020】ベース層43の形成後、エミッタ層44として働くn⁻AlGaAs層及びエミッタ層45として働くn⁻GaAs層をエピタキシャル成長させていずれも半導体薄膜結晶層として形成する。

【0021】エミッタ層45の上には、第1エミッタコンタクト層46として働くn⁺GaAs層及び第2エミッタコンタクト層47として働くn⁺InGaAs層を半導体薄膜結晶層として形成する。

【0022】以上説明したように、第2バッファ層32の形成期間中に亘ってクリーニングガスを流すようにしてエミッターベース接合をヘテロ接合としたHBTの製造用の薄膜結晶ウェーハ1を上述の如くして製造すると、この薄膜結晶ウェーハ1を用いて製造されるHBTの電流増幅率特性が改善されることが確認された。種々実験を行った結果、クリーニングガスを第1バッファ層31の形成開始からベース層43の形成開始前までの期間の全部又はその一部において流すことにより上述した電流増幅率特性の改善が認められた。この場合、クリー

ニングガスを流す時間は7分程度以上であれば効果が確認された。

【0023】クリーニングガスとしては、ベース層43のドーパント原料である BrCCl 、が特に効果的であるが、これに限定されず、ハロゲン元素含む他のガスであってもよい。クリーニングガスとして用いることができるハロゲン元素を含む原料としては、例えば各種のハロゲン化合物(C-X_1 、 C-X_2 、 Y_1 、 C-X_3 、 Y_2 、ここでXはハロゲン元素、Yは別のハロゲン元素の如き炭化物、又は B-X_1 、 C-X_4 、 Y_3 、 C-X_5 、 Y_4 の如き臭化物、 HX の如き水素化物、その他 SF_6 、 AsCl_3 、 PCl_3 等)、或いはハロゲン単体Xなどであってもよい。しかし、クリーニングガスとして好ましいのはハロゲン元素であり、より好ましいのは BrCCl である。

【0024】

【実施例】次に、本発明の実施例について説明する。以下の実施例もまた、図1に模式的に示された断面構造を有するHBT用のpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの場合について説明する。薄膜結晶ウェーハはHBTの製造に用いられるものであり、半絶縁性のGaAs化合物半導体結晶であるGaAs基板2上にMOCVD法を用いて複数の半導体薄膜結晶成長層を次々と積層させて構成されたものである。図1を参照して薄膜結晶ウェーハ1の製造方法の一実施例について説明すると、GaAs基板2は半絶縁性GaAs(001)層から成り、GaAs基板2上に3層から成るバッファ層3を形成する。

【0025】バッファ層3は、i-GaAsから成る第1バッファ層31と、AlGaAsから成る第2バッファ層32と、i-GaAsから成る第3バッファ層33とから成っている。このバッファ層3は、まず、半絶縁性のGaAs基板2上にGaAsをエピタキシャル成長させたノンドーブの薄膜結晶層として第1バッファ層31を形成した後、後述するベース層43のドーパント原料である BrCCl を流しながら第2バッファ層32を形成する。第2バッファ層32は第1バッファ層31上にAlGaAsをエピタキシャル成長させて成る薄膜結晶層であり、このエピタキシャル成長時に BrCCl が一定流量加えられる等により流されると、そのエッチング効果によりチャンバ(図示せず)の内側面がクリーニングされると共に、第2バッファ層32には結果的に炭素がドーブされることになる。このようにして第2バッファ層32の形成が終了したならば、 BrCCl の供給を停止し、 BrCCl を除去した状態において、第2バッファ層32上に、GaAsを同じくエピタキシャル成長させたノンドーブの薄膜結晶層として第3バッファ層33を形成する。

【0026】この結果、バッファ層3は、CがドーブされたAlGaAs層32の上下にノンドーブバッファ層

としてi-GaAs層である第1及び第3バッファ層31、33を備えた構成となっている。

【0027】バッファ層3は、第2バッファ層32の形成時のみ BrCCl を一定流量(例えば5cc)加えることにより第2バッファ層32にのみCがドーブされるようにして形成することができる。

【0028】次に、バッファ層3の上に形成するHBT機能層4の形成について説明する。HBT機能層4は、第3バッファ層33の上に、コレクタコンタクト層41として働く n^+ GaAs層及びコレクタ層42として働く n^- GaAs層を、順次半導体エピタキシャル成長結晶層として所定の厚さに形成する。そして、コレクタ層42の上にベース層43として働く p^+ GaAs層を同じく半導体エピタキシャル成長結晶層として形成するが、ベース層43をエピタキシャル成長させる間、ドーパント原料である BrCCl を一定流量(例えば5cc)加え、これによりベース層43に炭素をドーブさせる。

【0029】ベース層43の形成後、エミッタ層44として働く n^- AlGaAs層及びエミッタ層45として働く n^- GaAs層をエピタキシャル成長させていづれも半導体薄膜結晶層として形成する。エミッタ層45の上には、第1エミッタコンタクト層46として働く n^+ GaAs層及び第2エミッタコンタクト層47として働く n^+ InGaAs層をエピタキシャル成長により半導体薄膜結晶層として形成する。

【0030】以上説明したように、第2バッファ層32の形成時にベース層43のドーパント原料である BrCCl を流すようにしてエミッターベース接合をヘテロ接合としたHBTの製造用の薄膜結晶ウェーハ1を製造すると、薄膜結晶ウェーハ1を用いて製造されるHBTの電流増幅率特性が次のように改善されることが確認された。

【0031】すなわち、図1に示した構造の薄膜結晶ウェーハであって、第2バッファ層32を従来のクリーニングガスを流さずに製造されたバッファ層(i-AlGaAs層)として形成した場合のもの(試料1)と、第2バッファ層32を上記条件下で BrCCl を一定流量加えて形成した場合のもの(試料2)と2種類用意し、各薄膜結晶ウェーハを用いてデバイス加工して各デバイスの電流増幅率を測定した場合の結果は以下の通りであった。

【0032】試料1の場合には、第2バッファ層32内のCの濃度は 2×10^{17} であり、デバイス加工されたHBTの電流増幅率は133.2であった。一方、試料2の場合には、第2バッファ層32内のCの濃度は 6×10^{18} であり、デバイス加工されたHBTの電流増幅率は142.9であった。

【0033】この比較結果より、第2バッファ層32を BrCCl を流しながら形成した場合には、電流増幅

率が約7%向上していることが判る。したがって、第2バッファ層32の形成時に加えるBrCCl₃の流量を調節すれば電流増幅率の制御も可能となることが判る。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、上述の如く、バッファ層の結晶成長開始から前記ベース層の結晶成長開始前までの期間の少なくとも一部の期間においてクリーニングガスを流しながら結晶成長を行うようにするだけでHBTの電流増幅率特性を改善することができるので、極めて簡単且つ低コストにて高性能の半導体増幅デバイスを

得ることができる。また、クリーニングガスの流量を調節するだけで電流増幅率を所望の値にすることが可能であるから、薄膜結晶ウェーハの設計の自由度を低コストで大幅に拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

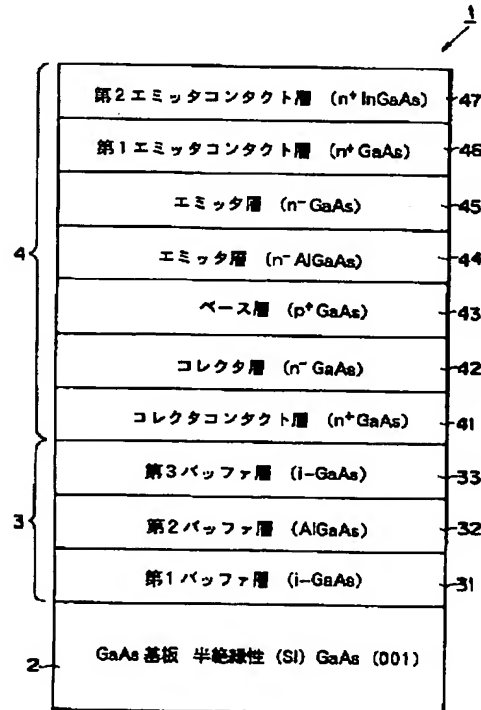
【図1】本発明によるHBT用のpn接合を有する薄膜結晶ウェーハの実施の形態の一例を模式的に示す断面

*図。

【符号の説明】

- 1 薄膜結晶ウェーハ
- 2 GaAs基板
- 3 バッファ層
- 4 HBT機能層
- 31 第1バッファ層(i-GaAs)
- 32 第2バッファ層(AlGaAs)
- 33 第3バッファ層(i-GaAs)
- 41 コレクタコンタクト層(n⁺GaAs)
- 42 コレクタ層(n⁻GaAs)
- 43 ベース層(p⁺GaAs)
- 44 エミッタ層(n⁻AlGaAs)
- 45 エミッタ層(n⁻GaAs)
- 46 第1エミッタコンタクト層(n⁺GaAs)
- 47 第2エミッタコンタクト層(n⁺InGaAs)

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 高田 朋幸
茨城県つくば市北原6番 住友化学工業株
式会社内

Fターム(参考) 5F003 BB05 BC08 BE04 BF06 BM02
BM03 BP32
5F045 AA04 AB10 AB17 AC07 AC19
BB12 BB16 CA02 DA53 EE13